

Wczesne wyniki chirurgicznego leczenia noworodków z koarktacją aorty współistniejącą z innymi wadami wewnątrzsercowymi

Early results of surgical treatment of coarctation of aorta co-existing with other intracardiac defects in neonates

Maciej Piaszczyński¹, Michał Wojtalik¹, Małgorzata Pawelec-Wojtalik²,
Aldona Siwińska³, Bartłomiej Mroziński³, Wojciech Mrówczyński¹, Rafał Bartkowski¹,
Jacek Henschke¹, Andrzej Wodziński¹ i Przemysław Westerski¹

¹Klinika Kardiologii Dziecięcej;

²Pracownia Angiografii i Hemodynamiki SPSK-5;

³Klinika Kardiologii i Nefrologii Dziecięcej

Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Abstract

Background: *The co-existence of coarctation of aorta (CoA) and other intracardiac defects approximates 62%. The aim of this study was to evaluate the early results of surgical treatment of neonatal CoA co-existing with other intracardiac defects in newborns.*

Material and methods: *Between March 1998 – December 2003 in Department of Pediatric Cardiac Surgery in Poznań 25 newborns (14 boys — 56% and 11 girls — 44%) with CoA coexisting with other intracardiac defects were treated. The patients were divided into 3 groups: 1 — patients subject to a single-stage treatment — radical treatment (9 cases); 2 — patients subject only to a CoA operation in the first stage, who needed a radical correction of the intracardiac defect with a cardiopulmonary bypass within few weeks after the operation due to persistent symptoms of circulatory and respiratory insufficiency (3 cases); 3 — patients subject to a CoA operation in the first stage. In 13 patients a further treatment is planned in accordance with the Department's admission schedule.*

Results: *The general condition of 19 patients (76%) improved after operation. Three patients in whom the aortoplasty was performed needed another operation during their stay at the Department due to persistent symptoms of circulatory and pulmonary insufficiency. The mortality in each group of patients was as follows: group 1 — 0, group 2 — 0, group 3 — 2 patients.*

Conclusions: *Early results of surgical treatment of neonatal type CoA co-existing with other intracardiac defects in newborns are with low, acceptable mortality. In our Department two-stage treatment of CoA with intracardiac defects is preferred but some cases with complex heart disease with CoA and HAA required radical treatment with using cardiopulmonary bypass.* (Folia Cardiol. 2005; 12: 644–649)

coarctation, aorta, newborns, heart defects

Adres do korespondencji: Dr med. Maciej Piaszczyński
Klinika Kardiologii Dziecięcej AM w Poznaniu
ul. Szpitalna 27/33, 60–572 Poznań
tel. 602 79 13 72, e-mail: maciejpiaszczynski@wp.pl
Nadesłano: 22.03.2005 r. Przyjęto do druku: 5.05.2005 r.

Wstęp

Koarktacja aorty (CoA, *coarctation of aorta*) jest częstą anomalią stanowiącą około 8% [1] wrodzonych wad serca. Według Zannini i wsp. [2] współistnienie CoA i innych wad wewnątrzsercowych wynosi 62%.

Przyczyną CoA typu noworodkowego jest:

- niedorozwój lub hipoplazja łuku aorty lub cieśni;
- obecność ektopowej tkanki „botallowej” w aorcie — pozostałości po przewodzie tętniczym [1].

Za istotny hemodynamicznie przyjmuje się gradient w miejscu cieśni powyżej 20 mm Hg.

Koarktacja aorty typu noworodkowego anatomicznie występuje poniżej odejścia lewej tętnicy podobojczykowej, a powyżej przewodu tętniczego (*isthmus aortae*). Stanowi ona koarktację około- lub nadprzewodową i szybko powoduje objawy niewydolności serca i oddychania. Prawie zawsze stwierdza się przetrwały przewód tętniczy (PDA, *patent ductus arteriosus*) z przeciekiem krwi prawo-lewym lub mieszanym.

Hipoplazję łuku aorty (HAA, *hypoplasia of aortic arch*) rozpoznaje się, jeżeli średnica łuku poprzecznego zmierzona echokardiograficznie (wyrażona w milimetrach) jest mniejsza od masy ciała dziecka (w kilogramach) + 1 lub — według Moularta — wymiar poprzeczny segmentu łuku jest mniejszy niż: 60% — dla segmentu proksymalnego, 50% — dla segmentu dystalnego, 40% — dla cieśni aorty, średnica aorty wstępująca oraz gdy jego długość przekracza 5 mm [2].

Celem pracy jest retrospektywna ocena wcześniejszych wyników chirurgicznego leczenia CoA typu noworodkowego współistniejącej z innymi wadami wewnątrzsercowymi. Badaniem objęto noworodki leczone w Klinice Kardiologii Dziecięcej Akademii Medycznej w Poznaniu.

Materiał i metody

W okresie od marca 1998 r. do grudnia 2003 r. w Klinice Kardiologii Dziecięcej Katedry Chirurgii Dziecięcej AM w Poznaniu leczono operacyjnie 25 noworodków, u których rozpoznano CoA współistniejącą z innymi wadami wewnątrzsercowymi. W badanej grupie było 14 chłopców (56%) i 11 dziewczynek (44%). Masa ciała operowanych pierwotnie dzieci wynosiła 2000–4000 g (śr. 2939 g). Wiek dzieci podczas pierwszej operacji wynosił 3–31 dni (śr. 13,6 ± 7,61 dnia).

Rozpoznanie ustalono na podstawie badania klinicznego oraz echokardiograficznego badania przepływu kodowanego kolorem.

Gradient w miejscu operowanej cieśni aorty oceniany echokardiograficznie przed zabiegiem ope-

Tabela 1. Spektrum wad

Table 1. Defect spectrum

Wada serca	Liczba chorych
CoA + ASDII	2
CoA + VSD	7
CoA + ASDII + VSD	2
CoA + ASDII + VSD + PS	1
CoA + CAV	4
CoA + TGA	2
CoA + ASDII + VSD + TGA (T-BING)	1
CoA + VSD + TGA	5
CoA + TA + TGA + VSD	1

CoA (*coarctation of aorta*) — koarktacja aorty; ASDII (*atrial septal defect*) — ubytek przegrody międzyprzedsionkowej typu drugiego; VSD (*ventricular septal defect*) — ubytek przegrody międzykomorowej; CAV (*canalis atrio-ventricularis*) — całkowity kanał przedsionkowo-komorowy; TA (*tricuspid atresia*) — zarośnięcie zastawki trójdzielnej; TGA (*transposition of the great arteries*) — przełożenie wielkich naczyń; PS (*pulmonary stenosis*) — stenoza płucna

racyjnym wynosił 34–100 mm Hg. Hipoplazję łuku aorty stwierdzono w 23 przypadkach (92%). Współistniejące wady serca przedstawiono w tabeli 1.

Operowane dzieci podzielono na 3 grupy:

- 1 — pacjenci leczeni jednoetapowo (operacja radykalna CoA oraz wady wewnątrzsercowej w krążeniu pozaustrojowym) — 9 dzieci;
- 2 — pacjenci, u których w pierwszym etapie operowano tylko CoA, ale u których ze względu na utrzymujące się objawy niewydolności krążeniowo-oddechowej w okresie kilku tygodni od pierwszego zabiegu (podczas tego samego pobytu w klinice) konieczne było wykonanie korekcji radykalnej wady wewnątrzsercowej w krążeniu pozaustrojowym — 3 dzieci;
- 3 — pacjenci, u których w pierwszym etapie operowano tylko CoA (dalsze leczenie wady serca przewidziano w terminie późniejszym w trybie planowego przyjęcia do kliniki) — 13 dzieci.

Zabieg operacyjny wykonano z torakotomii bocznej lewostronnej w normotermii, a w przypadku krążenia pozaustrojowego ze sternotomii pośredkowej w głębokiej hipotermii (18–20°C) z okresowym zatrzymaniem krążenia.

Zastosowane techniki chirurgicznego zaopatrzenia CoA przedstawiono w tabeli 2.

Zebrano i przeanalizowano dane okołooperacyjne dotyczące czasu intubacji, objawów wydolności krążeniowo-oddechowej, diurezy godzinowej, wyników badania gazometrycznego krwi tętniczej, konieczności pilnego leczenia operacyjnego pozostałych wad wewnątrzsercowych oraz wyników pooperacyjnego badania echokardiograficznego, a także powikłań pooperacyjnych.

Tabela 2. Techniki chirurgiczne zastosowane u noworodków**Table 2.** Type of surgical approach in the newborns

Technika chirurgiczna	Liczba chorych
<i>Extended end to end anastomosis</i>	7
<i>Extended end to end anastomosis + subclavian flap plasty</i>	1
<i>Extended end to end anastomosis + subclavian flap back plasty</i>	1
<i>Extended end to end anastomosis + subclavian flap back plasty + PAB</i>	4
<i>Extender end to end anastomosis + PAB</i>	1
<i>Extended end to end anastomosis + LCA — aortic arch plasty + PAB</i>	1
<i>Extended end to end anastomosis + LCA — LSA anastomosis + PAB</i>	1
<i>Extended end to end anastomosis + VSD patch closure</i>	1
<i>Extended end to end anastomosis + arterial switch</i>	2
<i>Extended end to end anastomosis + arterial switch + VSD patch closure</i>	5
<i>Extended end to end anastomosis + augmentacja VSD</i>	1

LCA (*left carotid artery*) — lewa tętnica szyjna wspólna; LSA (*left subclavian artery*) — lewa tętnica podobojczykowa; PAB (*pulmonary artery band*) — banding tętnicy płucnej; VSD (*ventricular septal defect*) — ubytek przegrody międzykomorowej

Wyniki

Po zabiegu operacyjnym stan ogólny 19 pacjentów (76%) poprawił się, odnotowano ustąpienie lub zmniejszenie objawów niewydolności krążeniowo-oddechowej umożliwiające pomyślną ekstubację dziecka. U wszystkich operowanych (100%) stwierdzono obecność tętna w tętnicach udowych, u 23 (88%) badanych poprawiła się diureza i zmniejszyła bądź całkowicie ustąpiła stwierdzana przed zabiegiem operacyjnym kwasica metaboliczna. U 3 dzieci, u których wykonano plastykę CoA z bocznej torakotomii z rozpoznaniem: CoA, PDA, ubytku przegrody międzykomorowej (VSD, *ventricular septal defect*) i nadciśnienia płucnego (PH, *pulmonary hypertension*), ze względu na utrzymujące się objawy niewydolności krążeniowo-oddechowej jeszcze podczas hospitalizacji w klinice konieczne było przeprowadzenie drugiego zabiegu operacyjnego. U chorych wykonano korekcję radykalną wady w krążeniu pozaustrojowym.

U 22 (88%) pacjentów w badaniu echokardiograficznym wykonanym po zabiegu nie stwierdzono gradientu w miejscu operowanej cieśni, u 2 osób (8%) gradient wynosił do 16 mm Hg, a u 1 chorego (4%) — 31 mm Hg.

W przebiegu pooperacyjnym zanotowano następujące powikłania:

- miejscowe zakażenie rany pooperacyjnej, zachowawczo wyleczone z dobrym efektem — 3 dzieci (12%);
- zapalenie płuc — 5 pacjentów (20%);
- odmę opłucnową lewostronną wymagającą odbarczenia — 2 (8%);

- posocznice — 3 (12%);
- zespół rozsianego wykrzepiania wewnątrznaczyniowego — 1 (4%).

U 1 dziecka w przebiegu pooperacyjnym — po korekcji anatomicznej (*arterial switch*) i wydłużonym zespoleniu koniec do końca (*radical extended end to end anastomosis*) — doszło do ucisku lewego oskrzela przez łuk aorty, co spowodowało niedodmę lewego płuca. U tego chorego konieczne było przeprowadzenie 2-krotnej reoperacji i podwieszenie łuku aorty do żeber i mostka — z dobrym efektem.

W badanych grupach odnotowano następującą śmiertelność: grupa 1 — 0, grupa 2 — 0, grupa 3 — 2 chorych (15,3%). Przyczyną zgonu była:

- niewydolność krążeniowo-oddechowa spowodowana hipoplazją płuc w następstwie przepukliny przeponowej u dziecka z rozpoznaniem: CoA, PDA, ubytku przegrody międzyprzedsionkowej (ASDII, *atrial septal defect*), HAA i przepukliny przeponowej, u którego wykonano *extended end to end anastomosis* oraz jednoczesną operację plastyki przepukliny przeponowej.
- posocznica, odma opłucnowa lewostronna, u pacjenta z CoA, całkowitym kanałem przedsionkowo-komorowym (CAV, *canalis atrio-ventricularis*), HAA i LV, po operacji *extended end to end anastomosis*, operacji Damiana — banding tętnicy płucnej (PAB, *pulmonary artery band*), plastyce łuku aorty — płatem z lewej tętnicy szyjnej zespolonej z łukiem aorty (LCA-AoArch *plasty, left carotid artery-aortic arch*).

Obydwa zgony wystąpiły w ciągu pierwszej doby po zabiegu.

Dyskusja

Wybór optymalnej metody chirurgicznego leczenia koarktacji aorty nadal jest kwestią kontrowersyjną [3]. Wiadomo, że podstawą kwalifikacji do leczenia operacyjnego pacjentów z „prostą” koarktacją typu noworodkowego jest niewydolność serca [4, 5]. Podjęcie decyzji dotyczącej sposobu leczenia dzieci z CoA i współistniejącą wadą wewnątrzsercową jest bardziej skomplikowane i za każdym razem wyboru należy dokonywać indywidualnie [2]. Objawy niewydolności krążeniowo-oddechowej występują u 81% tych dzieci [4].

Stan ogólny dziecka przed operacją oraz obecność wady wewnątrzsercowej są ważniejszymi czynnikami prognostycznymi niż zastosowany sposób leczenia [5, 6]. Kappetein i wsp. [4] wykazali, że jedynym czynnikiem ryzyka zwiększającym śmiertelność jest występowanie wad wewnątrzsercowych, a według van Heurna i wsp. [7] — oprócz wady wewnątrzsercowej — również reanimacja dziecka przed zabiegiem operacyjnym. Wyniki te potwierdzono w niniejszej pracy — odnotowano zwiększoną śmiertelność okołoperacyjną wśród pacjentów z CoA i współtowarzyszącą wadą wewnątrzsercową w porównaniu z wczesną śmiertelnością bliską 0 u dzieci z tzw. „czystą” koarktacją aorty (dane własne kliniki).

W niniejszym badaniu zastosowano 3 sposoby postępowania. Konieczność wczesnego wykonania korekcji anatomicznej w przypadku transpozycji wielkich naczyń (TGA, *transposition of the great arteries*) oraz dobre wyniki leczenia TGA u noworodków skłoniły autorów niniejszej pracy do wyboru metody jednoetapowego leczenia u pacjentów z tą wadą współwystępującą z CoA. Podobny sposób postępowania zaprezentowali Lacour-Gayet i wsp. [8]. Wczesna śmiertelność odnotowana w badaniach tych autorów w grupie dzieci z CoA wyniosła 13%, a wśród pacjentów z CoA i wadami złożonymi wewnątrzsercowymi — 28%. W pracy Bergdahla i wsp. [6] u 3 osób spośród 20 pacjentów z CoA i VSD przeprowadzono radykalne operacje jednoetapowe, a u 1 osoby konieczne były dwa etapy podczas tego samego pobytu w szpitalu. Śmiertelność wczesna wyniosła w grupie 1 (zabiegi jednoetapowe) — 33%, a w grupie 2 (dwa etapy, jeden pobyt w szpitalu) — 0%, ale badana grupa była nieliczna. W materiale Vouhe i wsp. [9] u 46% dzieci z grupy CoA i VSD oraz 78% z grupy, w której CoA współistniała z innymi wadami, przeprowadzono zabieg CoA i bandingu, a następnie w czasie 3–29 miesięcy (śr. 10 miesięcy) wykonano radykalne operacje wady. Śmiertelność ogólna w tej grupie wyniosła 26%.

Banding tętnicy płucnej równoległe z operacją CoA w niniejszym badaniu wykonano u 7 chorych.

Lacour-Gayet i wsp. [8] uważają, iż prawidłowy PAB, zwłaszcza u noworodków do 2 tygodnia życia, jest trudny do przeprowadzenia z powodu zmieniającego się oporu płucnego. W przypadkach izolowanego VSD w większości przypadków PAB był zbyt ciężki. Za wskazania do wykonania bandingu Lacour-Gayet i wsp. uważają obecność VSD typu *apical trabecular* oraz w sytuacji współistnienia koarktacji z mnogim VSD.

Goldman i wsp. [10] wskazują, że nie należy wykonywać PAB u dzieci z CoA i VSD ze względu na możliwość samozamknięcia się VSD. Kappetein i wsp. [4] wykazali, że u ponad 60% pacjentów z CoA i VSD nie było konieczne przeprowadzenie PAB.

Bergdahl i wsp. [6] wykonali PAB u 8 chorych spośród 20 pacjentów z CoA i VSD. Badacze ci uważają, że tylko u dzieci z dużym lub mnogim VSD konieczne jest przeprowadzenie zabiegu Dammana. U pacjentów z CoA i CAV, TGA, odejściem obu tętnic z prawej komory (DORV, *double outlet right ventricle*), sercem jednokomorowym, śmiertelność chirurgiczna wynosi 15–58% i w tej serii jest statystycznie znacząco mniejsza wśród pacjentów, u których wykonano PAB. We wczesnych wynikach nie wykazano znamiennej statystycznie różnicy śmiertelności w grupie dzieci z CoA i VSD, u których przeprowadzono PAB i w grupie, w której nie wykonano tego zabiegu [10]. Banding jako operację wtórną po operacji CoA z powodu utrzymującej się niewydolności oddechowej (trudności z ekstubacją spowodowane zbyt dużym przepływem płucnym) wykonywali Brouwer i wsp. [11]. W niniejszym badaniu pacjentów z podobnymi schorzeniami (grupa 2) operowano metodą radykalną w krążeniu pozaustrojowym.

Machii i Becker [12] uważają, że łuk hipoplastyczny nie jest prostą miniaturą łuku prawidłowego. Histologicznie charakteryzuje się on relatywnie większą liczbą włókien elastyny. W niniejszym badaniu hipoplazję łuku odnotowano u 23 noworodków (92%). Inni autorzy oceniają częstość jej występowania na: 69% [8], 60–70% [2] i 65% [9]. Noworodki z CoA i HAA stanowią grupę wysokiego ryzyka operacyjnego — śmiertelność wśród tych chorych jest największa [13]. Potwierdzają to wyniki Vouhe i wsp. [9], którzy uważają, że u dzieci z hipoplazją łuku śmiertelność jest znamiennej statystycznie większa niż u dzieci bez hipoplazji i wynosi odpowiednio 8% u dzieci bez HAA i 26% u dzieci z tym schorzeniem.

W ośrodku, w którym pracują autorzy niniejszej pracy, w większości przypadków zastosowano technikę operacyjną wydłużonego zespolenia

koniec do końca (*extended end to end anastomosis*), a jej zalety w stosunku do innych metod chirurgicznych stosowanych w leczeniu CoA, czyli plastyki płatem z tętnicy podobojczykowej (*subclavian flap*), plastyki łata dakronową (*patch aortoplasty*), zespolenia koniec do końca (*end to end anastomosis*) lub ich kombinacji podkreśla się w licznych doniesieniach [2, 4, 7–9, 12–15].

O konieczności radykalnego usunięcia tkanki „botallowej” pisał Jonas [16].

Istnieją jednak poważne doniesienia wskazujące na lepsze wyniki z zastosowania technik operacyjnych innych niż wydłużone zespolenie koniec do końca (*extended end to end anastomosis*).

Zalety *subclavian flap* przedstawili inni autorzy [6, 17, 18].

W zależności od anatomii wady różne warianty *end to end anastomosis* i *subclavian flap* szczegółowo omówili Amato i wsp. [17]. Autorzy niniej-

szej pracy podzielają pogląd [19], iż plastyka z zastosowaniem łaty nie jest metodą z wyboru w przypadku chorych z koarktacją typu noworodkowego. Metodę tą można brać pod uwagę w sporadycznych przypadkach, gdy nie można zastosować innej techniki operacyjnej [20] bądź w przypadku rekoarktacji.

Wnioski

1. Wczesne wyniki chirurgicznego leczenia CoA współistniejącej z innymi wadami wewnątrzsercowymi u noworodków wiążą się z małą śmiertelnością dzięki dostosowaniu metody chirurgicznej do rodzaju wady i stanu klinicznego pacjenta.
2. U chorych po operacji CoA z utrzymującą się niewydolnością krążeniowo-oddechową wczesna korekcja towarzyszącej wady wewnątrzsercowej daje dobre wyniki.

Streszczenie

Wstęp: W ok. 60% przypadków koarktacja aorty (CoA) współistnieje z innymi wadami wewnątrzsercowymi. Celem pracy była retrospektywna ocena wczesnych wyników chirurgicznego leczenia CoA współistniejącej z innymi wadami wewnątrzsercowymi u noworodków.

Materiał i metody: W okresie od marca 1998 r. do grudnia 2003 r. w klinice operacyjnie leczono 25 noworodków — 14 chłopców (56%) i 11 dziewczynek (44%) — z CoA współistniejącą z innymi wadami wewnątrzsercowymi. Pacjentów podzielono na 3 grupy: 1 — noworodki leczone radykalną metodą jednoetapową (9 przypadków); 2 — pacjenci leczeni operacyjnie w 1 etapie z powodu CoA, u których ze względu na wystąpienie objawów niewydolności krążeniowo-oddechowej w okresie kilku tygodni konieczne było przeprowadzenie operacji radykalnej (korekcji wady wewnątrzsercowej) podczas tego samego pobytu w szpitalu (3 przypadki); 3 — pacjenci z operacyjnie leczoną CoA. Dalsze leczenie operacyjne wady wewnątrzsercowej zaplanowano (13 dzieci) w trybie planowego przyjęcia do kliniki w późniejszym terminie.

Wyniki: Po zabiegu operacyjnym stan ogólny 19 pacjentów (76%) poprawił się. U 3 dzieci z powodu utrzymujących się objawów niewydolności krążeniowo-oddechowej jeszcze w trakcie pierwszego pobytu w klinice konieczne było przeprowadzenie drugiego zabiegu operacyjnego — wykonano korekcję radykalną wady w krążeniu pozaustrojowym. W poszczególnych grupach odnotowano następującą śmiertelność: grupa 1 — 0, grupa 2 — 0, grupa 3 — 2 dzieci (15,3%).

Wnioski: Wczesne wyniki chirurgicznego leczenia CoA współistniejącej z innymi wadami wewnątrzsercowymi u noworodków wiążą się z małą śmiertelnością. W Klinice Kardiochirurgii Dziecięcej AM w Poznaniu u tych pacjentów zaleca się leczenie dwuetapowe, ale w niektórych przypadkach złożonych wad serca ze współistniejącą CoA i hipoplazją łuku aorty konieczne jest zastosowanie radykalnego leczenia jednoetapowego. (Folia Cardiol. 2005; 12: 644–649)

koarktacja, aorta, noworodki, wady serca

Piśmiennictwo

1. Sarioglu T., Kinoglu B., Sarioglu A. i wsp. Early and moderate long-term results of a new surgical technique for repair of aortic coarctation. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 1996; 10: 884–889.
2. Zannini L., Gargiulo G., Albanese S. i wsp. Aortic coarctation with hypoplastic arch in neonates: a spectrum of anatomic lesions requiring different surgical options. *Ann. Thorac. Surg.* 1993; 56: 288–294.
3. Hovaguimian H., Senthilnathan V., Iguidbashian J. i wsp. Coarctation Repair: modification of end-to-end anastomosis with subclavian flap angioplasty. *Ann. Thorac. Surg.* 1998; 65: 1751–1754.
4. Kappetein A., Zwinderman A., Bogers A. i wsp. More than thirty five years of coarctation repair. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1994; 107: 102–108.
5. Ziemer G., Jonas R., Perry S. i wsp. Surgery for coarctation of the aorta in the neonate. *Circulation* 1986; 74 (supl. I): I-25.
6. Bargdahl L., Blackstone E., Kirklin J. i wsp. Determinants of early success in repair of aortic coarctation in infants. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1982; 83: 736–742.
7. Van Heurn L., Wong C., Spiegelhalter D. i wsp. Surgical treatment of aortic coarctation in infants younger than three months: 1985 to 1990. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1994; 107: 74–86.
8. Lacour-Gayet F., Bruniaux J., Serraf A. i wsp. Hypoplastic transverse arch and coarctation in neonates. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1990; 100: 808–816.
9. Vouhe P., Trinquet F., Lecompte Y. i wsp. Aortic coarctation with hypoplastic aortic arch. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1988; 96: 557–563.
10. Goldman S., Hernandez J., Pappas G. Results of surgical treatment of coarctation of the aorta in the critically ill neonate. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1986; 91; 732–737.
11. Brouwer M., Kuntze C., Ebels T. i wsp. Repair of aortic coarctation in infants. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1991; 101: 1093–1098.
12. Machii M., Becker A. Hypoplastic aortic arch morphology pertinent to growth after surgical correction of aortic coarctation. *Ann. Thorac. Surg.* 1997; 64: 516–520.
13. Siewers R., Ettegui J., Pahl E. i wsp. Coarctation and hypoplasia of the aortic arch: will the arch grow? *Ann. Thorac. Surg.* 1991; 52: 608–614.
14. Lansman S., Shapiro A., Schiller M. i wsp. Extended aortic arch anastomosis for repair of coarctation in infancy. *Circulation* 1986; 74 (supl. I): I-37.
15. Van Son J., Van Asten W., Van Lier H. i wsp. A comparison of coarctation resection and subclavian flap angioplasty using ultrasonographically monitored postocclusive reactive hyperemia. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1990; 100: 817–829.
16. Jonas R. Coarctation: Do we need to resect ductal tissue? *Ann. Thorac. Surg.* 1991; 52: 604–607.
17. Amato J., Galdieri R., Controneo J. Role of extended aortoplasty related to the definition of coarctation of the aorta. *Ann. Thorac. Surg.* 1991; 52: 615–620.
18. Sanchez G., Balsara R., Dunn J. i wsp. Recurrent obstruction after subclavian flap repair of coarctation of the aorta in infants. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1986; 738–746.
19. Del Nido P., Williams W., Wilson G. i wsp. Synthetic patch angioplasty for repair of coarctation of the aorta: experience with aneurysm formation. *Circulation* 1986; 7 (supl. I): I32.
20. Venturini A., Papalia U., Chiarotti F. i wsp. Primary repair of coarctation of the thoracic aorta by patch graft aortoplasty. A three decade experience and follow-up in 60 patients. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 1996; 10: 890–896.